

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-292503

(43)Date of publication of application : 08.10.2002

(51)Int.Cl.

B23B 19/02

B23B 25/06

B23Q 1/40

B23Q 1/70

F16C 25/06

(21)Application number : 2001-094573

(71)Applicant : TOSHIBA MACH CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.2001

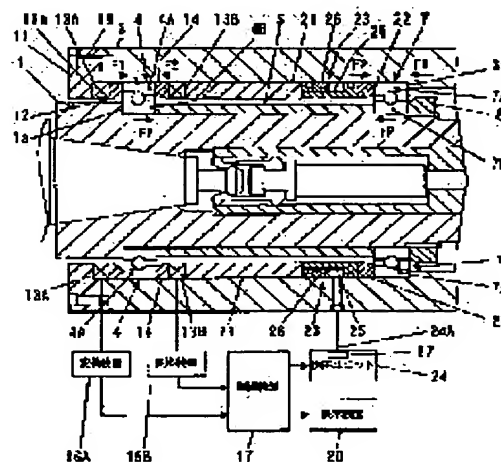
(72)Inventor : SUZUKI KATSUYUKI

(54) MAIN SHAFT APPARATUS OF MACHINE TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a main shaft apparatus of a machine tool to prevent decrease of cutting ability due to change of the preload in the bearings in operation and to prevent a risk of seizure of bearings.

SOLUTION: The main shaft apparatus of a machine tool is composed of load sensors 13A and 13B installed at the inside and outside of the outer ring 4A of the bearing 4 in the direction of the shaft rotation, converters 16A and 16B to convert analogue input signals outputted from the load sensors 13A and 13B into digital signals, a control device 17 to operate indication data based on the digital signals as an input, an indicator 20 to indicate the indication data outputted from the control device 17, an actuator 23 to generate force between the outer rings 4A and 7A of the bearings 4 and 7 in the direction of the axis as a means to apply preload to the bearings 4 and 7, and a control unit 24 to make the actuator 23 generate thrust force based on the control signals outputted from the control device 17.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

~ ~

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-292503
(P2002-292503A)

(43) 公開日 平成14年10月8日 (2002.10.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
B 2 3 B 19/02		B 2 3 B 19/02	B 3 C 0 4 5
25/06		25/06	3 C 0 4 8
B 2 3 Q 1/40		F 1 6 C 25/06	3 J 0 1 2
1/70		B 2 3 Q 1/26	D
F 1 6 C 25/06		1/08	B
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-94573 (P2001-94573)

(22) 出願日 平成13年3月29日 (2001.3.29)

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 鈴木 克之

静岡県沼津市大岡2068の3 株式会社東芝

機械マイテック沼津内

F ターム (参考) 3C045 FD13 HA05

3C048 BC03 EE02

3J012 AB04 AB11 BB03 CB03 CB10

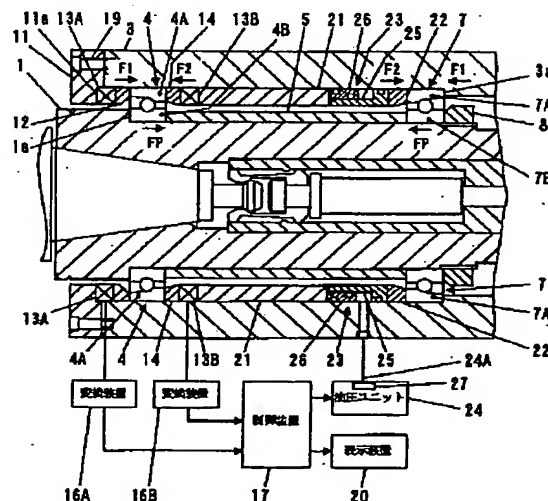
FB10 HB02

(54) 【発明の名称】 工作機械の主軸装置

(57) 【要約】

【課題】 運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼付きの危険を防止することのできる工作機械の主軸装置を提供すること。

【解決手段】 回転軸方向に、軸受4の外輪4Aの内側および外側に設置した荷重センサ13A、13Bと、荷重センサ13A、13Bから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置16A、16Bと、そのデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置17と、前記制御装置17から出力される表示データを表示する表示装置20と、軸受4、7に予圧を作用させる手段として、軸受4、7の外輪4A、7A間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ23と、制御装置17から出力される制御信号によりアクチュエータ23に推力を発生させる制御ユニット24とから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置とした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 回転軸を支持する対をなすころがり軸受の内輪と外輪との間にそれぞれ設けられている内径間座と外径間座との軸方向の寸法差によって前記ころがり軸受に作用する予圧を管理する工作機械の主軸装置において、回転軸方向に、前記軸受の外輪の内側および外側に設置した荷重センサと、荷重センサから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置と、前記変換装置から出力されるデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置と、前記制御装置から出力される表示データを表示する表示装置とから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の主軸装置において、軸受に予圧を作用させる手段として、軸受の外輪間に軸方向に力を発生させるアクチュエータと、前記制御装置から出力される制御信号によりアクチュエータに推力を発生させる制御ユニットとから成ることを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の主軸装置において、前記荷重センサとして圧電素子を用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の主軸装置において、軸方向に力を発生させるアクチュエータとして油圧シリンダを用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の主軸装置において、軸方向に力を発生させるアクチュエータとして圧電素子を用いたことを特徴とする工作機械の主軸装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、工作機械の主軸の軸受に関し、特にころがり軸受に予圧を与える予圧付与式の主軸装置に関する。

【0002】

【従来の技術】主軸装置においては、軸受の半径方向および軸方向の位置決めを正確にすると共に、軸受の振れを抑え、軸受の剛性を高める目的で、アンギュラ玉軸受のようなスラスト荷重を受けることのできるころがり軸受に予圧をかけることが一般的に行われており、予圧の方式には、定位置予圧と定圧予圧がある。

【0003】従来のマシニングセンタ主軸に多く採用されているアンギュラ玉軸受で構成される定位置予圧方式の主軸装置について、図 4 により説明する。主軸 1 はアンギュラ玉軸受 4、7 により回転自由に支持され、アンギュラ玉軸受 4、7 は内径間座 5 と外径間座 6 の長さ

【0004】

【発明が解決しようとする課題】主軸 1 を高速で回転させると、アンギュラ玉軸受 4、7 の発熱により軸受周りの温度が上昇し、起動時に均一温度であった主軸装置各部は、発熱源からの熱流入、外部への放熱および各部の

熱容量に応じて温度上昇する。

【0005】このため各部が均一に温度上昇することはほとんどなく、一般には、ハウジング 3 側より、主軸 1 側の方が温度上昇は大きくなる。軸方向の熱膨張差に起因する予圧変動を考察すると、主軸 1 側に配置されているアンギュラ玉軸受 4、7 の内輪 4 B、7 B 側部品の熱膨張が、ハウジング 3 側に配置されている外輪 4 A、7 A 側部品の熱膨張より大きくなる。従って内径間座 5 に対し外径間座 6 の長さが相対的に短くなり、外輪 4 A、7 A を互いに押し離す力が減少し予圧が低下する。

【0006】一方、半径方向の熱膨張差に起因するアンギュラ玉軸受 4、7 の予圧変動に着目すると、主軸 1 側に配置されている内輪 4 B、7 B の熱膨張が、ハウジング 3 側に配置されている外輪 4 A、7 A の熱膨張より大きくなるため、アンギュラ玉軸受 4、7 の玉 4 C、7 C を圧縮する方向に作用し、内径間座 6 側に軸方向の圧縮荷重が発生し、予圧は増加することになる。

【0007】このように、主軸 1 を運転することにより予圧は変化する。予圧が増加するか減少するかは、使用材質、寸法公差など設計によって異なってくる。予圧が減少する場合にはアンギュラ玉軸受 4、7 の剛性が低下したり、アンギュラ玉軸受 4、7 にすきまを生じて、切削性能を低下させるという問題があった。

【0008】一方、予圧が増加すると、軸受荷重の増加をもたらす、それがアンギュラ玉軸受 4、7 の発熱増加につながり、さらに予圧を増加させるという悪循環により、短時間のうちにアンギュラ玉軸受 4、7 の焼き付きを生じるという問題があった。

【0009】本発明の目的は、運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼付きの危険を防止することのできる工作機械の主軸装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明は回転軸を支持する対をなすころがり軸受の内輪と外輪との間にそれぞれ設けられている内径間座と外径間座との軸方向の寸法差によって前記ころがり軸受に作用する予圧を管理する工作機械の主軸装置において、回転軸方向に、前記軸受の外輪の内側および外側に設置した荷重センサと、荷重センサから出力されるアナログ信号を入力として、デジタル信号に変換する変換装置と、前記変換装置から出力されるデジタル信号を入力として、表示データを演算する制御装置と、前記制御装置から出力される表示データを表示する表示装置とから成ることを特徴とするものである。

【0011】この様にすれば、軸受外輪の軸方向に作用する前方からの力および後方からの力の検出を自動的に行なうことができ、検出した力を表示装置に表示するので、作業者は運転中の軸受の予圧変化をいつでも目で見ることができる。表示は、例えば数値、グラフで表示

し、判定し易いようにすることができる。

【0012】また請求項2にあっては前記記載の主軸装置において、軸受に予圧を作用させる手段として、軸受の外輪間に軸方向に力を発生させるアクチュエータと、前記制御装置から出力される制御信号によりアクチュエータに推力を発生させる制御ユニットとから成ることを特徴とするものである。この様にすれば、軸受外輪の軸方向に、制御された力を自動的に加えることができる。

【0013】また請求項3にあっては前記荷重センサとして圧電素子を用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、軸受部の狭い場所でもコンパクトに軸受の外輪部組み込むことができる。

【0014】また請求項4にあっては軸方向に力を発生させるアクチュエータとして油圧シリンダを用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、油圧を圧力制御することにより、軸受外輪の軸方向に力を自動的に、かつ容易に加えることができる。

【0015】また請求項5にあっては軸方向に力を発生させるアクチュエータとして圧電素子を用いたことを特徴とするものである。この様にすれば、電圧制御することにより、軸受外輪の軸方向に力を自動的に、かつ容易に加えることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】実施例1

以下本発明の実施例1を図1に基づいて説明する。従来例と同一部材は同一番号を付し、新たに追加された部材のみ新番号を付して説明する。1は主軸であり、スラストとラジアル荷重を受けることのできるころがり軸受としてアンギュラ玉軸受4、7によりハウジング3に回転自在に支持されている。アンギュラ玉軸受4、7は、内輪4B、7Bに対し外輪4A、7Aが互いに外向き、すなわち外輪4Aは図1において左向き、外輪7Aは図1において右向きのスラスト荷重を受けるように互いに対をなして配置されている。

【0017】内輪4Bの左側は、主軸1の先端側の段差部1aに押し当てられており、内輪4Bの右側は、内径間座5および内輪7Bを介して主軸1のねじにねじ込んだ軸受ナット8により締め付け、固定されている。

【0018】他方、外輪7Aの右側は、ハウジング3の段差部3aに、外輪4Aは前間座14、荷重センサ13Bおよび後間座15を介して外輪7Aに押し当てられており、外輪4Aの左端は、前ふた11の肩11aと外輪4Aとの間に挟み込まれたスペーサ12と、荷重センサ13Aを介して前ふた11をボルト19でハウジング3に取付けることで固定されている。

【0019】制御装置17は、荷重センサ13Aと接続している変換装置16A、および荷重センサ13Bと接続している変換装置16Bと接続されており、さらに表示装置20と接続されている。

【0020】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作

を行なう。主軸1を高速で回転させるとアンギュラ玉軸受4、7の熱膨張によって主軸1周りに配置されている内輪4B、7Bの熱膨張が、ハウジング3側に配置されている外輪4A、7Aの熱膨張より大きくなるため、内径間座5に対して後間座15の長さが相対的に短くなり、外輪4Aと外輪7Aを互いに押し離す力が減少する。この力を荷重センサ13A、13Bは検出する。

【0021】変換装置16A、16Bは、荷重センサ13A、13Bで検出した力をアナログ信号として入力し、デジタル信号に変換して制御装置17に送り出す。制御装置17は、この信号を解析してアンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧を演算する。予圧の演算は主軸1に切削負荷が作用していない時、つまり非切削運転時に成立つものである。非切削運転時に予圧を適正にしておけば切削負荷が作用しても何ら問題はないからである。具体的には、非切削運転時に前記変換装置16A、16Bからの信号を力に換算し、それぞれF1、F2、そして、アンギュラ玉軸受4、7に作用している予圧をFPとすると、次のように、

$$FP = F2 - F1$$

と演算する。そして、表示データに変換して表示装置20に出力する。

【0022】表示装置20は、前記表示データを入力として表示する。従って作業者は運転中のアンギュラ玉軸受4、7の予圧変化をいつでも目で見ることができるので、危険状態かどうかの判断が容易にできる。

【0023】実施例2

以下本発明の実施例2を図2に基づいて説明する。上記実施例1に対し、本実施例2では、アンギュラ玉軸受4、7の外輪4A、7A間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ23と、アクチュエータ23に油圧を供給する油圧ユニット24を追加したものであり、主たる構成については実施例1と同一であるので説明を省く。外輪7Aの右側は、ハウジング3の段差部3aに、外輪4Aは前間座14、荷重センサ13B、後間座21、アクチュエータ23および荷重受22を介して外輪7Aに押し当てられており、外輪4Aの左端は、前ふた11の肩11aと外輪4Aとの間に挟み込まれたスペーサ12と、荷重センサ13Aを介して前ふた11をボルト19でハウジング3に取付けることで固定されている。

【0024】アクチュエータ23は、シリンダ25およびピストン26から構成されており、そして、油圧ユニット24の圧力ポート24Aに接続されている。

【0025】制御装置17は、荷重センサ13Aと接続している変換装置16A、および荷重センサ13Bと接続している変換装置16Bと接続されており、さらに表示装置20および油圧ユニット24と接続されている。制御装置17には、あらかじめアンギュラ玉軸受4、7の目標予圧FPaが設定されている。

【0026】油圧ユニット24は、制御装置17からの

指令に応じて油圧を制御することのできる、例えば比例圧力制御弁 27 と圧力ポート 24 A から構成されている。

【0027】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作を行なう。制御装置 17 は、実施例 1 と同様にアンギュラ玉軸受 4、7 に作用している予圧 F P、および制御装置 17 内にあらかじめ設定されている目標予圧 F P a から次のように演算し、

$$(F P a - F P) / A$$

だけ油圧を変化させる指令を油圧ユニット 24 に送る。ここで、A はアクチュエータ 23 の有効受圧面積である。油圧ユニット 24 は、制御装置 17 からの指令に応じて、比例圧力制御弁の作用により圧力ポート 24 A に供給する油圧を変化させる。

【0028】アクチュエータ 23 は、圧力ポート 24 A から供給される油圧によりピストン 26 に力が発生し、前記ピストン 26 は後間座 21、荷重センサ 13 B、前間座 14 を介して外輪 4 A を押し付け、一方、シリンダ 25 は荷重受 22 を介して外輪 7 A を押し付けて、アンギュラ玉軸受 4、7 の予圧を、目標予圧 F P a に管理すること

【0029】実施例 3

以下本発明の実施例 3 を図 3 に基づいて説明する。上記実施例 2 に対し、本実施例 3 では、アンギュラ玉軸受 4、7 の外輪 4 A、7 A 間に軸方向に力を発生させるアクチュエータ 33 と、アクチュエータ 33 に電圧を供給するアンプ 34 を設けたものであり、主たる構成については実施例 2 と同一であるので説明を省く。外輪 7 A の右側は、ハウジング 3 の段差部 3 a に、外輪 4 A は前間座 14、荷重センサ 13 B、後間座 31、アクチュエータ 33 および荷重受 32 を介して外輪 7 A に押し当てられており、外輪 4 A の左端は、前ふた 11 の肩 11 a と外輪 4 A との間に挟み込まれたスペーサ 12 と、荷重センサ 13 A を介して前ふた 11 をボルト 19 でハウジング 3 に取付けることで固定されている。

【0030】アクチュエータ 33 は、圧電素子 36 で構成されており、そして、アンプ 34 に接続されている。制御装置 17 は、荷重センサ 13 A と接続している変換装置 16 A、および荷重センサ 13 B と接続している変換装置 16 B と接続されており、さらに表示装置 20 およびアンプ 34 と接続されている。制御装置 17 には、あらかじめアンギュラ玉軸受 4、7 の目標予圧 F P a が設定されている。アンプ 34 は、制御装置 17 からの指令に応じて圧電素子 36 に供給する電圧を制御すること

のできるものである。【0031】以上の構成のもとで、本装置は以下の動作を行なう。制御装置 17 は、実施例 1 と同様にアンギュラ玉軸受 4、7 に作用している予圧 F P、および制御装置 17 内にあらかじめ設定されている目標予圧 F P a から $(F P a - F P)$ に相当する電圧を変化させる指令を

アンプ 34 に送る。アンプ 34 は、制御装置 17 からの指令に応じて、圧電素子 36 に供給する電圧を変化させる。

【0032】アクチュエータ 33 は、アンプ 34 から供給される電圧により圧電素子 36 に力が発生し、前記圧電素子 36 は後間座 31、荷重センサ 13 B、前間座 14 を介して外輪 4 A を押し付けると同時に荷重受 32 を介して外輪 7 A を押し付けて、アンギュラ玉軸受 4、7 の予圧を、目標予圧 F P a に管理することができる。本発明はアンギュラ玉軸受 4、7 に限らず、テーパローラ軸受やスラスト玉軸受のようなスラスト荷重を受けることのできる軸受に適用可能である。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、運転中に軸受外輪の軸方向の力を荷重センサにより検出し、表示するようにしたので作業者は運転中の軸受の予圧変化をいつでも目で見ることができるので、危険状態かどうかの判断が容易にできるようになった。また、目標とする予圧に、アクチュエータを通して管理するようにしたので、軸受は望ましい予圧となり、運転中の軸受の予圧変化による切削性能の低下および軸受の焼付きの危険を防止することができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 を示す主軸装置の説明図である。

【図 2】本発明の実施例 2 を示す主軸装置の説明図である。

【図 3】本発明の実施例 3 を示す主軸装置の説明図である。

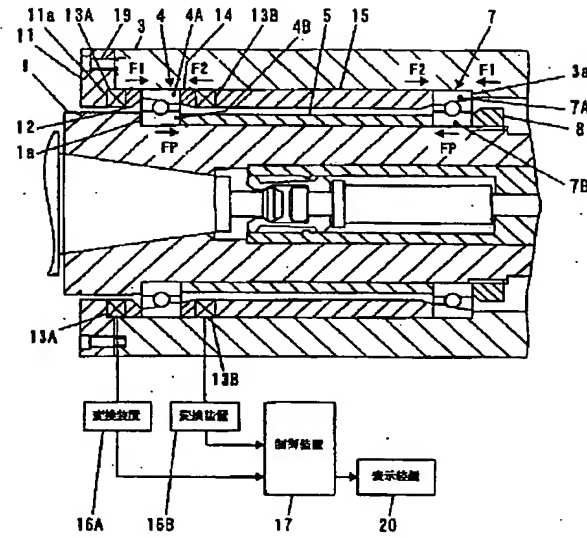
【図 4】従来の主軸装置の説明図である。

【符号の説明】

- 1 主軸
- 1 a、3 a 段差部
- 3 ハウジング
- 4、7 アンギュラ玉軸受
- 4 A、7 A 外輪
- 4 B、7 B 内輪
- 4 C、7 C 玉
- 5 内径間座
- 6 外径間座
- 8 軸受ナット
- 11 前ふた
- 11 a 肩
- 12 スペーサ
- 13 A、13 B 荷重センサ
- 14 前間座
- 15、21、31 後間座
- 16 A、16 B 変換装置
- 17 制御装置
- 19 ボルト

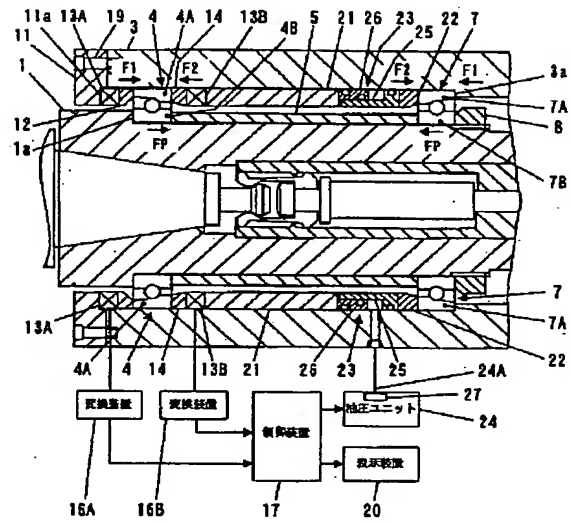
- 20 表示装置
 22、32 荷重受
 23、33 アクチュエータ
 24 油圧ユニット
 24A 圧力ポート

【図1】

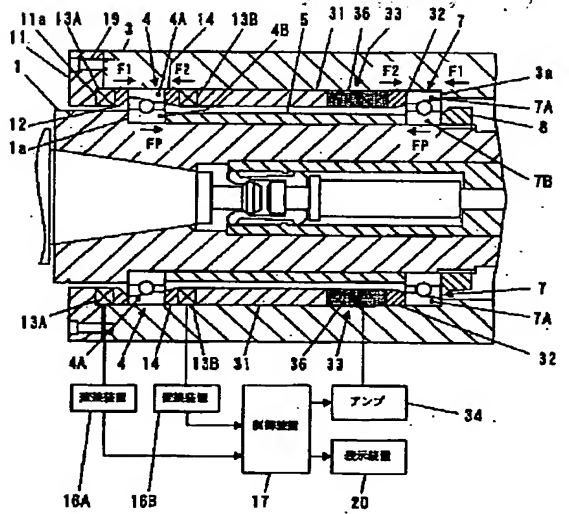


- * 25 シリンダ
 26 ピストン
 27 比例圧力制御弁
 34 アンプ
 * 36 圧電素子

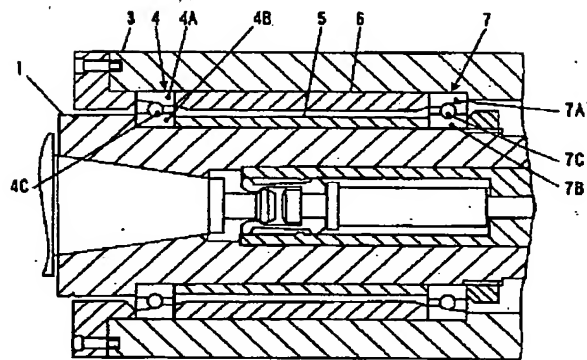
【図2】



【図3】



【図4】



This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

BEST AVAILABLE COPY